



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 473 123 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2004 Patentblatt 2004/45

(51) Int Cl.7: **B25J 9/16, B25J 9/00**

(21) Anmeldenummer: **03009654.9**

(22) Anmeldetag: **30.04.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Battenberg, Günther**
35043 Marburg (DE)

(74) Vertreter: **Olbricht, Karl Heinrich, Dipl.-Phys.**
Olbricht & Buchhold,
Am Weinberg 15
35096 Weimar/Lahn (DE)

(71) Anmelder: **Battenberg, Günther**
35043 Marburg (DE)

(54) **System zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen**

(57) Zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen werden während ihres Ablaufs orts- und bewegungsabhängige Funktionen an ausgewählten Körpern (K) und Flächen (F), die einem Roboter (R) zu Meß-, Prüf- oder Handhabungszwecken räumlich zugeordnet sind, mit robotergeführten Sensoren (S) gemessen. Die Meßwerte werden in digitalisierter Form z.B. in einem Computer (PC) gespeichert und/oder direkt in die Steuerung der Roboterbewegungen eingebracht. Der Roboter (R) führt jeweils einen Sensor

(S) auf programmierten Meßkurven. Jeder Roboterbahnpunkt $RB[x(t), y(t), z(t)]$ wird zugleich einem Sensor-Meßwert oder -Meßfeld $[SM(t)]$ zugeordnet, während man an den Körpern (K) und Flächen (F) ausgewählte Bedienfunktionen einleitet und dabei auftretende Kräfte, Momente, Oberflächenänderungen usw. abhängig von Betätigungswegen und -winkeln mißt und/oder überwacht. Die Meßwerte bzw. -felder $[SM(t)]$ sind mit PC-Programmen protokollierbar, analysierbar und/oder in Echtzeit an die Robotersteuerung übertragbar, z.B. über ein Real-Time-Kernel-Interface.

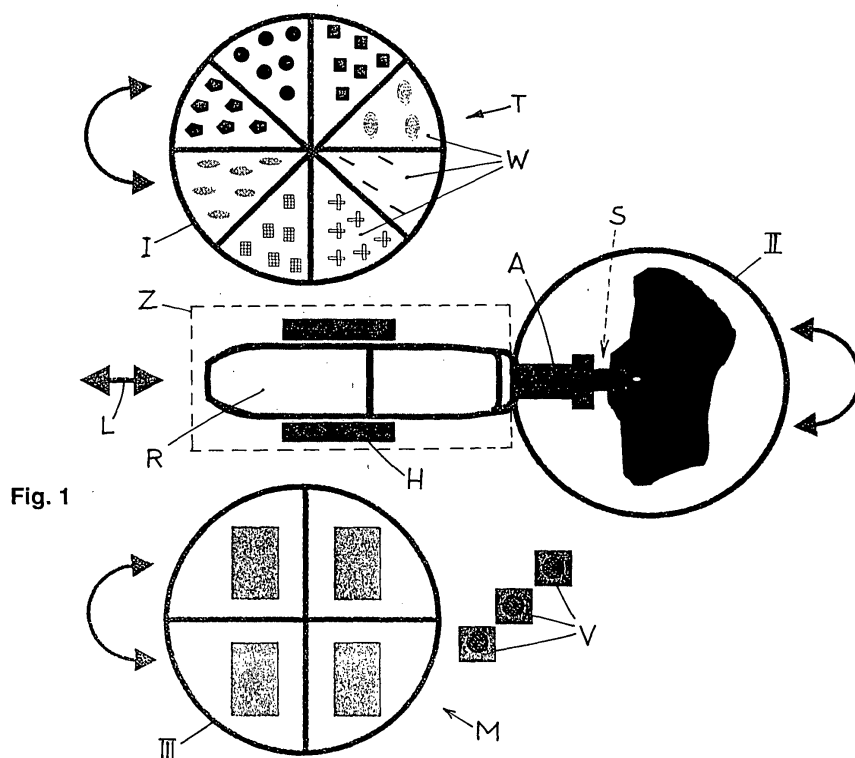


Fig. 1

EP 1 473 123 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen gemäß Anspruch 1.

[0002] Für Industrieroboter ist beispielsweise aus DE-C3-36 27 560 ersichtlich, wie und womit Fertigungs- und Montageaufgaben wirtschaftlich gelöst werden können. Eine wichtige Anwendung von Robotern ist die Steuerung von Bewegungen, neuerdings vor allem in Koppelung mit Visionssystemen und Sensoren. Mit der zunehmend gebräuchlichen roboterassistierten Meßtechnik nutzt man die Möglichkeit, Roboter als sensorisierte Meßwerkzeuge, ferner für vielerlei Meßaufgaben sowie in automatisierten Produktions- und Prüfabläufen einzusetzen, etwa in der Fahrzeugindustrie. In DE-U1-200 03 381 ist eine Prüfeinrichtung für bewegliche optische Meßeinrichtungen erläutert, die ein- oder mehrachsiger und von einem Manipulator geführt sein können. Um zu vermeiden, daß Roboter-Positionierungsfehler in die Kalibrierung eingehen, positioniert man durch einen Halter ein Referenzmuster - etwa eine Bohrung, Kante o.dgl. - vorübergehend derart, daß ein Arbeitspunkt (tool center point, TCP) beobachtet und anzeigbar ist, dessen Kalibrierung sich ohne Roboterfehler mittels einer Stelleinrichtung oder relativ zu ihr nachjustieren läßt.

[0003] Auch im Schnittstellenbereich zwischen Mensch und Technik findet die Robotik ein Anwendungsfeld, beispielsweise um Sinneseindrücke in faß- und verwertbare Daten umzusetzen. Die aktive Berührung technischer Geräte und der direkte Kontakt mit Bedienelementen beeinflußt das Verhalten der Benutzer, die auf bequeme und angenehme Einstellbarkeit von Funktionskomponenten Wert legen. Deshalb besteht Bedarf an Möglichkeiten, für diese Wechselwirkung Grundlagen und Maßstäbe zu entwickeln, die über das rein subjektive Empfinden hinausgehen.

[0004] Die Erfindung zielt darauf ab, Meß- und Prüfaufgaben in der Produktion und Qualitätssicherung durch Einsatz von Robotertechnik unter Verwendung verschiedenartiger Sensoren zu lösen. Insbesondere sollen Zustände und Bewegungsabläufe zuverlässig so erfaßt werden, daß man ihre Daten für gewünschte Einwirkungen und Kontrollen vielfältiger Art nutzbar machen kann. Durch Gewinnung objektiver, reproduzierbarer Beurteilungskriterien sollen unter anderem rasch Vergleiche von Eigen- und Fremdprodukten möglich sein, vor allem hinsichtlich der Haptik in Fahrzeug-Innenräumen. Dabei sind wichtige Einsatzziele der Meßrobotik die Harmonisierung der Bedienkräfte, so daß alle Funktionsträger harmonisch ausgelegt werden, und außerdem eine gleichbleibend hohe Wertanmutung.

[0005] Hauptmerkmale der Erfindung sind in Anspruch 1 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 18.

[0006] Mit einem erfindungsgemäßen System zum

Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen werden während ihres Ablaufs gemäß Anspruch 1 orts-, lage- und bewegungsabhängige Funktionen an ausgewählten Körpern und Flächen, die in Reichweite eines Roboters angeordnet sind, mit von diesem geführten Sensoren gemessen bzw. abgetastet, und die digitalisierten Meßwerte werden z.B. in einem Computer gespeichert und/oder in die Steuerung der Roboterbewegungen eingebracht.

[0007] Man gewinnt auf diese Weise sehr rasch und einfach räumliche Vektor- und Skalarfelder, die nach Bedarf zur späteren Analyse gespeichert oder auch sofort zur sensorgeführten Robotersteuerung verwendet werden können. Die zuverlässigen Meßergebnisse sind untereinander vergleichbar. Das System ist überaus vielfältig anwendbar, etwa beim Beschicken und Entladen von Werkzeugmaschinen oder Meßmaschinen, bei der Herstellung von Präzisionsteilen sowie beim Zusammenbau und allgemein in der Handhabungstechnik. Man kann es in der Forschung und Entwicklung ebenso einsetzen wie in der Produktion, bei der On-line-Kontrolle zur Qualitätssicherung und bei der Gesamtfahrzeuganalyse. Es eignet sich ferner gut zum Einsatz an einer einzigen Komponente, etwa einem Klimabediengerät, und in einem definierten Funktionsraum, z.B. an einer Fahrzeug-Mittelkonsole. Möglich ist aber auch die Harmonisierung an vielen oder allen Bedienkomponenten eines Fahrzeugs, welche in solchem Falle die ausgewählten Körper bzw. Flächen bilden. So lassen sich beispielsweise Spaltmaße, Schichtdicken, Körperschall, Strömungen, Temperaturen, Schaltwege und -zeiten, Steck- und Ziehkräfte, Schließmomente usw. messen, protokollieren oder auch im direkten Feedback sogleich als Regelgrößen benutzen.

[0008] Durch Ausführen und Auswerten der Messungen gemäß Anspruch 2 in Echtzeit erzielt man einen außerordentlichen Zeitvorteil gegenüber herkömmlichen Methoden, weil die Ergebnisse instantan nutzbar sind. Speziell sieht Anspruch 3 vor, daß an den Körpern und Flächen ausgewählte Bedienfunktionen einleitbar sind und daß während ihres Ablaufs Bedienkräfte und -momente in Abhängigkeit von Betätigungswegen und -winkeln mit den Sensoren meßbar und/oder z.B. mittels einer Kamera überwachbar sind. Die Ergebnisse stehen also unmittelbar zur Verfügung und lassen sich bei Bedarf sofort in laufende Vorgänge einspeisen.

[0009] Eine wichtige Ausgestaltung besteht laut Anspruch 4 darin, daß mit dem bzw. jedem Roboter ein aufgenommener Sensor auf programmierter Meßkurve führbar ist, wobei die Roboterbahn zugleich jeweils Sensor-Meßwerten oder -Meßfeldern zugeordnet ist. Dank der Verknüpfung des bzw. jedes Raumpunkts der Roboterbahn mit den Sensor-Meßdaten ist in jedem Augenblick eine exakte Ist-Feststellung von Positionen und/oder Bewegungen gewährleistet, was im Bedarfsfalle den Vergleich mit Sollwerten oder mit zuvor gewonnenen Werten auf einfachste Weise ermöglicht. Ist dann eine Teilaufgabe gelöst, so kann ein nicht mehr benö-

tigter Sensor abgelegt und für die nächste Arbeit ein neuer Sensor aufgegriffen werden.

[0010] Indem nach Anspruch 5 auf oder in Roboter-Armen mehrachsige Kräfte- und Momentensensoren und/oder Lasersensoren, Kameras u.dgl. lösbar angebracht sind, lassen sich Betätigungskräfte und -momente an diversen Komponenten selbst in engem Raum messen und auswerten. Auch komplizierte Meß- und Überwachungsaufgaben sind auf diese Weise zu bewältigen, wobei Meßergebnisse nach Bedarf für einzelne Komponenten und/oder für ganze Anlagen zur Verfügung stehen.

[0011] Gemäß Anspruch 6 sind die Meßwerte bzw. Meßfelder mit PC-Programmen protokollierbar und/oder analysierbar. Das erlaubt die Bereitstellung auch für statistische Zwecke. Zur Unterstützung geeignete Software bietet z.B. RobFlow unter Windows NT oder Linux. Roboter und PC stehen über ein Netzwerk wie Ethernet, ARCNET usw. miteinander in Verbindung. Ein Prüfablauf kann beispielsweise für einen mit Windows NT betriebenen Computer in Visual Basic, C++ oder Delphi programmiert werden.

[0012] Im Einklang mit Anspruch 7 sind die protokollierten Meßwerte bzw. Meßfelder in Echtzeit an die Robotersteuerung übertragbar, bevorzugt gemäß Anspruch 8 über ein Real-Time-Kernel-Interface, einen Netzwerkanschluß, eine parallele Schnittstelle o.dgl., so daß gegenüber der herkömmlichen Technik ein Vielfaches an Verarbeitungsgeschwindigkeit erreicht wird.

[0013] Laut Anspruch 9 sind gleichartige Mittel und Hilfsmittel sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktkontrolle einsetzbar, namentlich on-line. Infolgedessen lassen sich alle Arbeiten sowohl entwicklungs- als auch produktionsbegleitend durchführen, wobei die Verwendung gleicher bzw. gleichartiger Komponenten die Kompatibilität der Ergebnisse von vornherein sichert.

[0014] Ein in sich ortsfestes, insgesamt aber durchaus versetzbares Bezugssystem entsteht, wenn nach Anspruch 10 der bzw. jeder Roboter in einem Fahrzeug, auf oder neben einem Prüftisch, einer Meßplattform u. dgl. fixiert wird. Ferner kann in der Weiterbildung von Anspruch 11 wenigstens ein Prüftisch, eine Meßplattform, eine Grundplatte o.dgl. vorgesehen sein, woran durch PC-gesteuerte Regelung programmierte Prüftisch- und/oder Roboter-Positionen präzise anlaufbar sind, die zweckmäßig im Teach-in-Verfahren vorab festgelegt werden. Eine ganze Anzahl von zu messenden Teilen läßt sich bequem unterbringen, z.B. in einzeln aufbaubaren Magazinen unterschiedlicher Größe. Neben einfacher Bedienbarkeit erzielt man hohe Flexibilität und Mobilität, weil über austauschbare Segmentaufnahmen neue Prüfteile samt Datenträgern schnell eingesetzt und gemessen werden können. Die Rüstzeiten sind daher kurz, wodurch die Verfügbarkeit des Systems erheblich gesteigert wird.

[0015] Besonders gut eignet sich gemäß Anspruch 12 ein kreisrund begrenzter Prüftisch, der spitzwinklig ge-

staltete, einzeln einsetz- und entnehmbare Segmente aufweist. Das ist eine sehr einfache, übersichtliche Konfiguration, da solche Segmente den runden Prüftisch im Schnellwechselsystem quasi aus Tortenstücken aufbauen. Im Einklang mit Anspruch 13 sind zumindest vorbestimmte Segmente jeweils mit einem berührungslos abtastbaren Datenträger versehen, der Speicherinformationen für automatisch einleitbare Meßvorgänge enthält. Die zu messenden bzw. zu prüfenden Komponenten können so ohne zusätzliche Eingriffe segmentweise z.B. am Umfang identifiziert und kontrolliert werden. Dabei ist es günstig, wenn nach Anspruch 14 der Prüftisch schrittweise durch einen Servo-Direktantrieb verfahr- oder verdrehbar ist, dessen Antriebsachse speziell die siebente Achse eines Knickarmroboters bildet oder ihr zugeordnet ist. Sie wird vorzugsweise interpolierend zu den Meßpunkten verfahren.

[0016] Der bzw. jeder Roboter ist laut Anspruch 15 auf oder neben einem Prüftisch, einer Meßplattform u.dgl. montierbar, und zwar nach Bedarf im Labor, in einer Produktions-Roboterzelle, in einer Klimakammer, einem Fahrzeug o.dgl. Mit besonderem Vorteil ist er zur Haptik-Prüfung laut Anspruch 16 in einem Fahrzeug namentlich auf dem Fahrzeugboden an der Stelle des Sitzes von Fahrer oder Beifahrer fixierbar, um alle von dort erreichbaren Bedienelemente bewegen und/oder messen zu können.

[0017] Noch eine weitere Spezialisierung besteht gemäß Anspruch 17 in der Anordnung dreier Modultische oder Stationen innerhalb der Reichweite wenigstens eines Roboters, vorzugsweise in einer raumsparenden Stern-Gruppierung. Der Roboter ist nach Anspruch 18 zwischen oder neben zwei Modultischen bzw. Stationen angeordnet und insbesondere linear verfahrbar, so daß ein und derselbe Roboter mehrere Arbeitsfelder bedient.

[0018] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Roboteranordnung mit drei Modulfeldern,

Fig. 2 eine Schrägansicht eines Prüftisches mit Meßroboter,

Fig. 2a eine Schrägdraufsicht auf zwei Prüftisch-Segmente,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Anordnung eines Roboters in einem Kraftfahrzeug,

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf einen Roboter im Zentrum von Modultischen,

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht einer Prüf-

zelle für On-Line-Produktkontrolle und

Fig. 6 eine schematische Seitenansicht einer anderen Prüfstelle.

[0019] Schematisch ist in Fig. 1 eine sternförmige Anordnung von drei Modultischen bzw. Stationen I, II, III gezeigt, die einen zentralen Roboter R umgeben. Dieser ist in Längsrichtung L auf einer Grundplatte Z verfahrbar. Auf einem Arm A trägt er einen (angedeuteten) Sensor S. Das aus Moduln zusammengesetzte System kann eine ortsfeste Anlage oder mobil ausgebildet sein.

[0020] Die Modulstation I ist als Prüftisch T ausgebildet, der mit einer Anzahl von Segmenten W versehen bzw. aus diesen zusammengesetzt ist. Diese tragen verschiedene Prüfobjekte, wobei jeweils gleichartige Gegenstände auf einem Segment W in passenden Abständen so angeordnet sind, daß der Roboter R sie mit seinem Sensor S erfassen und beispielsweise auf ihren Zustand, ihre Oberflächenbeschaffenheit o. dgl. abtasten kann. Zwischen den Stationen I und III befindet sich in Längsrichtung L des Roboters R ein Modultisch II. Diese Station haltet ein größeres, mit verschiedenen Komponenten bestückbares Bauteil. Dem Modultisch III, der eine Meßplattform M sein kann, sind Vorratsstationen V zugeordnet, von denen andere Objekte abgeholt werden können, um sie auf die Plattform M zu setzen.

[0021] Alle drei Modultische bzw. Stationen I, II, III können drehbar angetrieben sein, wie durch Doppelpfeile angedeutet ist. Vorzugsweise am Umfang jedes Tisches können Träger angebracht sein, die berührungslos abgetastet werden, um durch Identifikation der auf dem Tisch vorhandenen Elemente programmgesteuerte Vorgänge einzuleiten und durchzuführen. Man kann z.B. ausgewählte Komponenten anhand ihrer Kennzeichnung in vorbestimmter Anordnung auf ein Segment W bringen, dieses in den Prüftisch T einfügen, die Komponenten mit einem Sensor S kontrollieren und nach ordnungsgemäßem Befund das betreffende Segment W durch ein neues ersetzen.

[0022] Die Grundplatte Z ist beispielsweise ein Polymer-Gußteil, das eine Anzahl von Aufnahmebohrungen für die Montage einer Schlittenführung H des Roboters R und der Drehtisch-Lagerungen aufweist.

[0023] Gestelle können die Robotersteuerung ST und einen Computer PC aufnehmen (vergl. Fig. 5 und 6), der die Meßplatten des bzw. jedes Sensors S verwaltet. Der Roboter R kann vom Scara-Typ sein. Fig. 2 zeigt jedoch einen Knickarmroboter R in vertikaler Zuordnung zu einem Prüftisch T mit einzelnen Segmenten W, die jeweils Griffe G haben. Man erkennt, daß die Segmente W am Umfang ein relativ kleines Kennzeichnungsfeld als Datenträger D aufweisen. Sobald dieser mit seinem Segment W in die Kontroll- bzw. Meßposition eingelaufen ist, beginnt der dadurch ausgelöste Programmschritt. Nach dessen Ende fährt der Drehtisch in seine nächste Position.

[0024] Aus Fig. 3 ist ersichtlich, daß der Roboter R in einem PKW zweckmäßig an der Stelle des ausgebauten Fahrersitzes auf dem Fahrzeugboden installiert sein kann, was für die Prüfung im Fahrzeug-Innenraum die optimale Positionierung ist. So lassen sich bequem und zuverlässig alle elektromechanischen Erprobungen sowie Messungen von Haptik, Temperatur, Strömungen, Steifigkeit usw. durchführen, aber auch Prüfstand und Kontrolleinstellungen vornehmen.

[0025] Fig. 4 zeigt die Anordnung eines z.B. in Pfeilrichtung verschwenkbaren Roboters R auf einer Schlittenführung H im Zentrum einer Sechseck-Prüfstelle mit sechs Stationen, die unterschiedliche Prüflinge aufnehmen können. Schematisch und ohne Beschränkung auf diese speziellen Beispiele sind in Fig. 4 eine Mittelkonsole B, ein Cupholder C, eine Gruppe von Cockpit-Bedienfeldern E, ein Blinkerhebelsystem N, eine Klimabediengeräte-Anordnung P und eine Gruppe von Türmodulen U gezeichnet.

[0026] Für die On-Line-Produktkontrolle in der Serienfertigung eignet sich besonders eine Prüfstelle, wie sie schematisch in Fig. 5 dargestellt ist. Man erkennt, daß es sich um eine robotergestützte Prüfstelle handelt, die einen 3D-Meßtisch M in einer Einhausung X aufweist, die aus Aluminiumprofilen mit Makrolon-Sicherheitsscheiben bestehen kann. Der Meßtisch M hat vorzugsweise eine Transfereinrichtung Y, der eine Koppelstation KS (links in Fig. 5) zur Zu- und Abführung von Material zugeordnet ist. Als Roboter R kann ein 6-Achsen-Knickroboter eingesetzt werden, der vom Controller ST aus (rechts in Fig. 5) steuerbar sowie mit einer Greiferwechselstation und geeigneter Sensorik ausgerüstet ist. So lassen sich der Reihe nach Prüflinge 1, 2, 3, 4, 5 usw. ebenso bequem wie zuverlässig kontrollieren.

[0027] Mittels der Prüfstelle wird die Produktkontrolle direkt im Fertigungsprozeß automatisiert. Aus der Codierung der Werkzeugträger erkennt die Koppelstation KS den Prüfling, der sodann in eine Kontrollstation einfahren kann. Je nach Aufgabe adaptiert der Roboter R selbsttätig den notwendigen Greifer oder Sensor und kontrolliert z.B. die Einhaltung vorgegebener Fertigungstoleranzen. Am Ende dieses Vorgangs werden spezifische Abläufe eingeleitet, beispielsweise die Prüfling-Rückführung in die Montagelinie.

[0028] Zum Messen, Prüfen und Justieren kann eine ebenfalls robotergestützte Prüfstelle in der Art von Fig. 6 dienen. Sie hat wiederum eine mit Makrolonscheiben verglaste Sicherheits-Einhausung X. Im rechten Teilraum befindet sich neben einem Einzel-Prüftisch T ein von einem Controller ST gesteuerter Roboter R, beispielsweise ein 6-Achsen-Knickroboter. Wie schematisch angedeutet ist, adaptiert er z.B. aus einer Wechselstation den jeweils benötigten Greifer oder Sensor zum Prüfen, Erproben und/oder Justieren eines Prüflings, etwa eines Cupholders C.

[0029] Hier wie im Beispiel der Fig. 5 hat die Prüfstelle eine zur Lösung der jeweils gestellten Aufgabe geeig-

nete Sensorik und einen 3D-Meßtisch M mit Bohrungen im Standardraster von z.B. 100 mm für variable Roboter- und Prüflings-Aufnahmen. An der Zelleneinhausung X ermöglichen bevorzugt zwei Schiebetüren mit Sicherheitsschalter den gefahrlosen Zugriff ins Innere. Der Industrie-PC steuert die Abläufe in der gesamten Prü fzelle, dokumentiert die Ergebnisse und stellt sie zur Weiterverarbeitung bereit.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf eine der beschriebenen Ausführungsformen und Anwendungen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandel- und einsetzbar. Das System und die mit ihm verbundenen Verfahrensschritte sind nicht nur bei der Entwicklung von Bediengeräten und -elementen überaus nützlich, etwa bei Vorserien und Versuchsserien, sondern beispielsweise auch bei der Umweltsimulation in Klimakammern, bei der Qualitätssicherung und in der Gesamtfahrzeuganalyse. Man kann namentlich bei der Erprobung im Fahrzeug-Inneren Messungen, die sonst nur sehr aufwendig möglich sind, etwa im Cockpit während der Bedienung von Schaltern, Hebeln, Düsen usw. sowie beim Zugriff auf Handschuhfächer, Becherhalterungen, Gurte u.dgl. durchführen. So gewinnt man schon im Vorfeld objektive Daten für die Wertanmutung durch das, was ein Fahrzeuginsasse später sinnlich erfährt, d.h. subjektiv fühlt, hört und sieht. Prüfabläufe lassen sich flexibel gestalten, denn aus der fortlaufenden Analyse von bedienungsabhängigen Kräften, Drehmomenten, Hystereseschaltpunkten u.dgl. anhand der elektrischen Signalreaktionen und Auswirkungen ergibt sich der weitere Prüfungsverlauf. Wird ein Roboter von außen entlang einer Linearschiene oder mittels einer Hubstation in ein Fahrzeug eingefahren, so kann er sich an vorgegebenen Kalibrierpunkten orientieren und sogar selbständig Betätigungspositionen finden. In Fertigung und Montage sind die kurzen Rüstzeiten außerordentlich vorteilhaft, weil sich dadurch die Verfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Robotern sehr einfach steigern läßt, was unmittelbar zu Kostensenkungen führt.

[0031] Man sieht, daß nach der Erfindung zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen während ihres Ablaufs orts-, lage- und bewegungsabhängige Funktionen an ausgewählten Körpern K und Flächen F, die man zu Meß-, Prüf- oder Handhabungszwecken in Reichweite eines Roboters R anordnet, mit von ihm geführten oder ihm zugeordneten Sensoren S meßbar bzw. abtastbar sind, um digitalisierte Meßwerte insbesondere in einem Computer (PC) zu speichern und/oder direkt in die Steuerung der Roboterbewegungen einzubringen. Der betreffende Roboter R führt jeweils einen Sensor S auf programmierten Meßkurven, wobei jeder Roboterbahnpunkt RB $[x(t), y(t), z(t)]$ zugleich einem Sensor-Meßwert oder -Meßfeld $[SM(t)]$ zugeordnet wird, während an den Körpern K und Flächen F ausgewählte Bedienfunktionen eingeleitet und die dabei auftretenden Kräfte, Momente, Oberflächenänderungen usw. abhängig von Betätigungswegen

und -winkeln gemessen und/oder überwacht werden. Die Meßwerte bzw. -felder $[SM(t)]$ sind beispielsweise durch PC-Programme protokollierbar, analysierbar und/oder - bevorzugt in Echtzeit - an die Robotersteuerung übertragbar, namentlich über ein Real-Time-Kernel-Interface. Man benutzt zweckmäßig wenigstens einen drehbaren Prüftisch T, eine Meßplattform M o.dgl. mit austauschbaren Segmenten W und berührungslos abtastbaren Datenträgern D.

[0032] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0033]

20	A	Roboter-Arm
	B	Mittelkonsole
	C	Cupholder
	D	Datenträger
25	E	Cockpit-Bedienfelder
	F	Flächen
	G	Griffe
	H	Schlittenführung
	K	Körper
30	L	Längsrichtung
	M	Meßplattform / Meßtisch
	N	Blinkerhebelsystem
	P	Klimabediengeräte
	PC	Computer
35	R	Roboter
	RB	Roboterbahn
	S	Sensoren
	SM	Sensor-Meßwerk / -Meßfelder
	ST	Controller
40	T	Prüftisch
	U	Türmodule
	V	Vorratsstation
	W	Segmente
	X	Einhausung
45	Y	Transfereinrichtung
	Z	Grundplatte
	I, II, III	Modultische / Stationen

50 Patentansprüche

1. System zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen, womit während ihres Ablaufs orts-, lage- und bewegungsabhängige Funktionen an ausgewählten Körpern und Flächen, die in Reichweite eines Roboters angeordnet sind, mit von diesem geführten Sensoren meßbar sind und womit die Meßwerte in digitalisierter Form ins-

besondere in einem Computer speicherbar und/oder in die Steuerung der Roboterbewegungen einbringbar sind.

2. System nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Ausführbarkeit und Auswertung der Messungen in Echtzeit. 5
3. System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den Körpern und Flächen ausgewählte Bedienfunktionen einleitbar sind, worauf während ihres Ablaufs Bedienkräfte und -momente in Abhängigkeit von Betätigungswegen und -winkeln mit den robotergeführten oder -zugeordneten Sensoren meßbar und/oder überwachbar sind, z.B. mittels einer Kamera. 10
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** mit dem bzw. jedem Roboter ein aufgenommener Sensor auf programmierter Meßkurve führbar ist, wobei die Roboterbahn $RB[x(t), y(t), z(t)]$ gleichzeitig jeweils Sensor-Meßwerten oder -Meßfeldern $[SM(t)]$ zugeordnet ist. 15
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf oder in Roboter-Armen mehrachsige Kräfte- und Momentensensoren und/oder Lasersensoren lösbar angebracht sind. 20
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßwerte bzw. Meßfelder $[SM(t)]$ mit PC-Programmen protokollierbar und/oder analysierbar sind. 25
7. System nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die protokollierten Meßwerte bzw. Meßfelder $[SM(t)]$ in Echtzeit an die Robotersteuerung übertragbar sind. 30
8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Meßprotokoll-Übertragung ein Real-Time-Kernel-Interface, ein Netzwerkanschluß, eine parallele Schnittstelle o.dgl. vorhanden ist. 35
9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** gleichartige Mittel und Hilfsmittel sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktkontrolle einsetzbar sind, namentlich on-line. 40
10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der bzw. jeder Roboter in einem Fahrzeug, auf oder neben einem Prüftisch, einer Meßplattform u.dgl. fixierbar ist. 45
11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **da-**

durch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Prüftisch (T), eine Meßplattform (M), eine Grundplatte (Z) o.dgl. vorhanden ist und daß programmierte Prüftisch- und/oder Roboter-Positionen durch PC-gesteuerte Regelung anlaufbar sind.

12. System nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein kreisrund begrenzter Prüftisch (T) vorhanden ist, der spitzwinkelige, einzeln einsetz- und entnehmbare Segmente (W) aufweist.
13. System nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest vorbestimmte Segmente (W) jeweils mit einem berührungslos abtastbaren Datenträger (D) versehen sind, der Speicherinformationen für automatisch einleitbare Meßvorgänge enthält.
14. System nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Prüftisch (T) schrittweise durch einen Servo-Direktantrieb verfahren/oder verdrehbar ist, der eine Knickarmroboter-Achse bildet oder ihr zugeordnet ist.
15. System nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Roboter (R) auf oder neben einem Prüftisch, einer Meßplattform u. dgl. montierbar ist, bedarfsweise in einem Labor, einer Klimakammer, einer Produktions-Roboterzelle, einem Fahrzeug o.dgl.
16. System nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Roboter (R) in einem Fahrzeug namentlich auf dem Fahrzeugboden an der Stelle des Fahrer- oder Beifahrersitzes montierbar ist.
17. System nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** drei Modultische oder Stationen (I, II, III) innerhalb der Reichweite wenigstens eines Roboters (R) angeordnet sind, vorzugsweise in einer Stern-Gruppierung.
18. System nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** der bzw. jeder Roboter (R) zwischen oder neben zwei Modultischen bzw. -stationen (I, III) angeordnet und insbesondere linear verfahrbar ist.

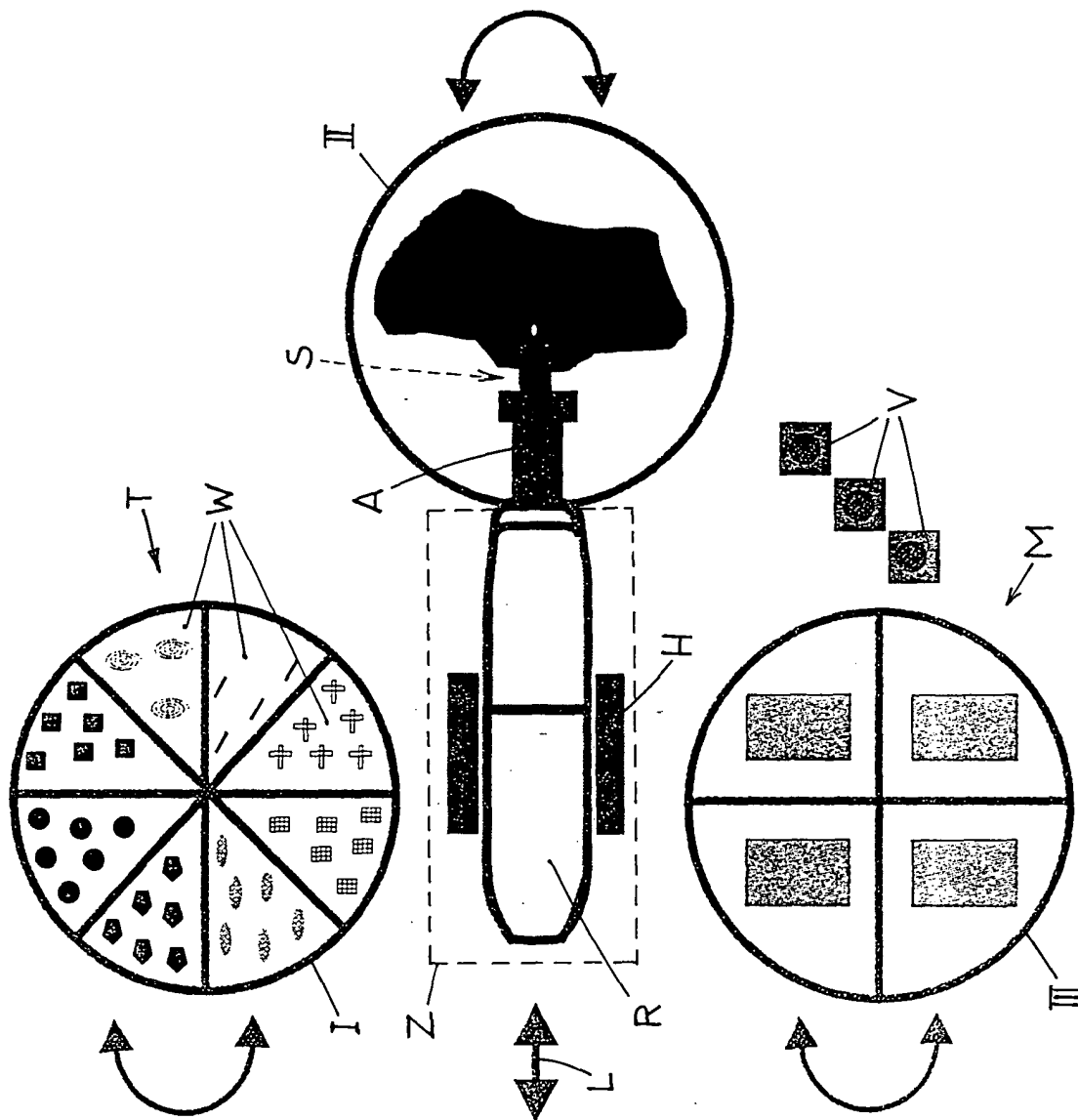


Fig. 1

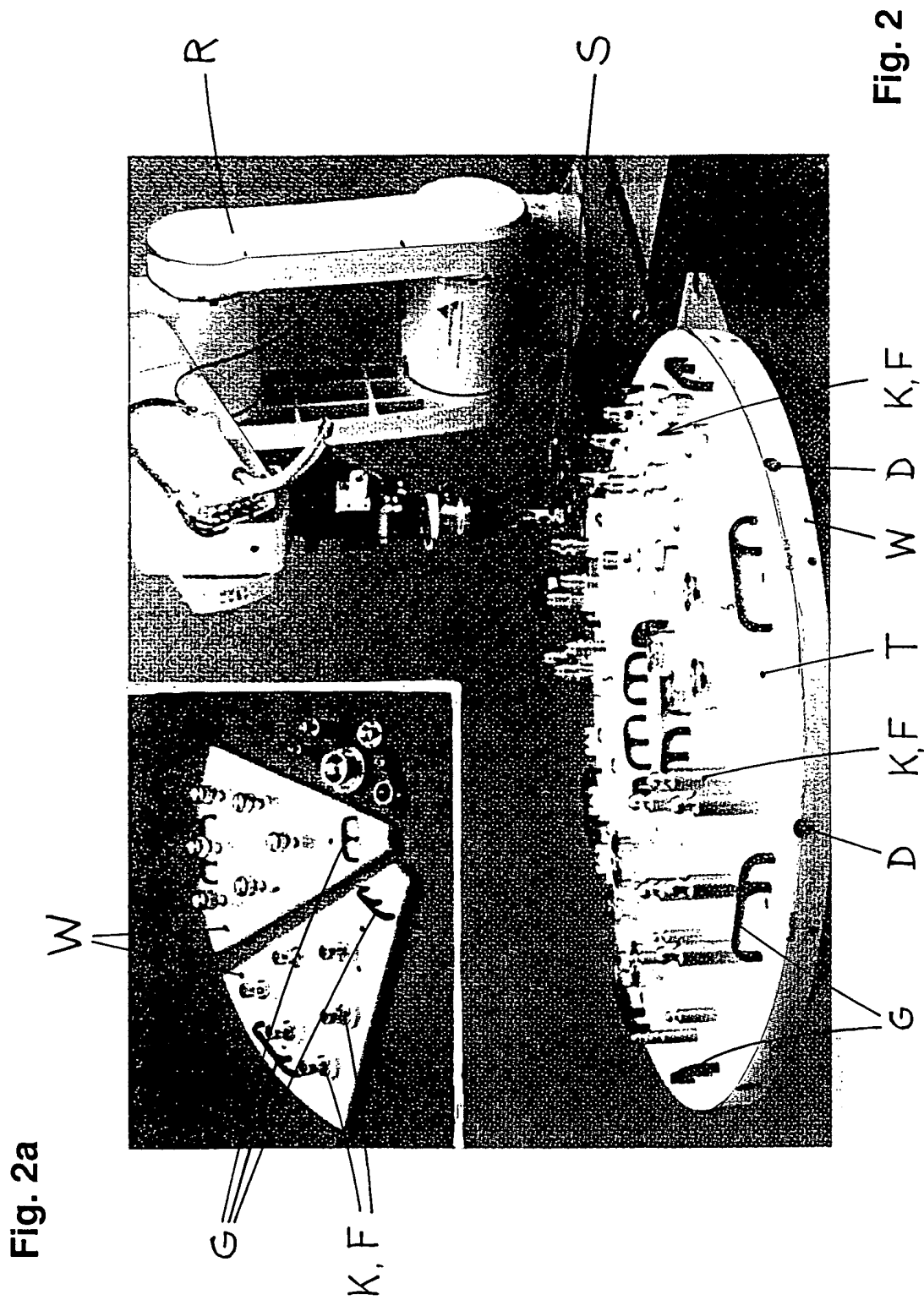


Fig. 2

Fig. 3

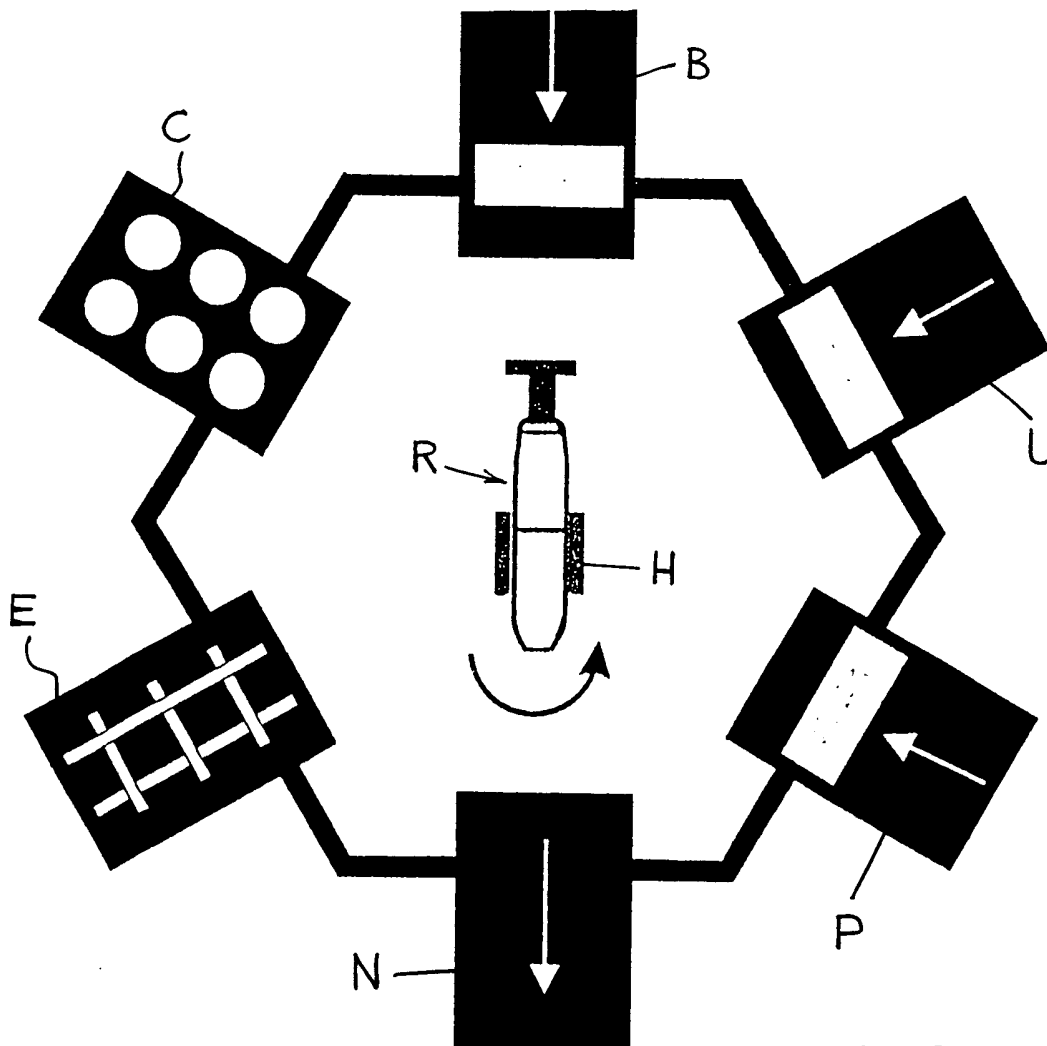
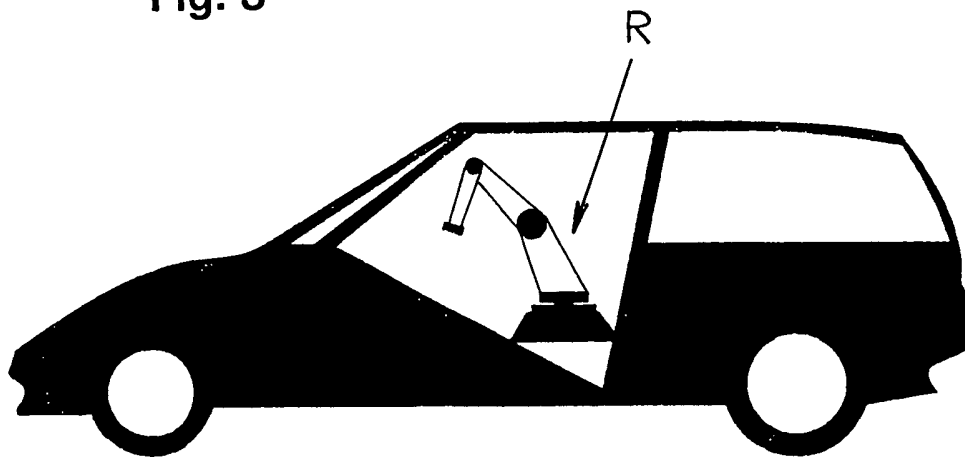
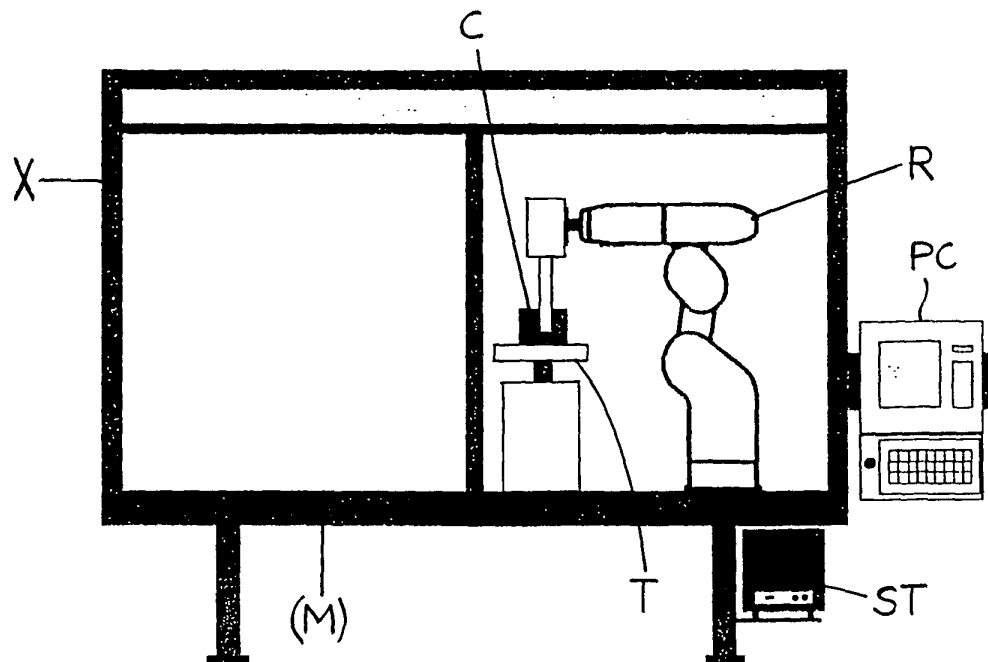
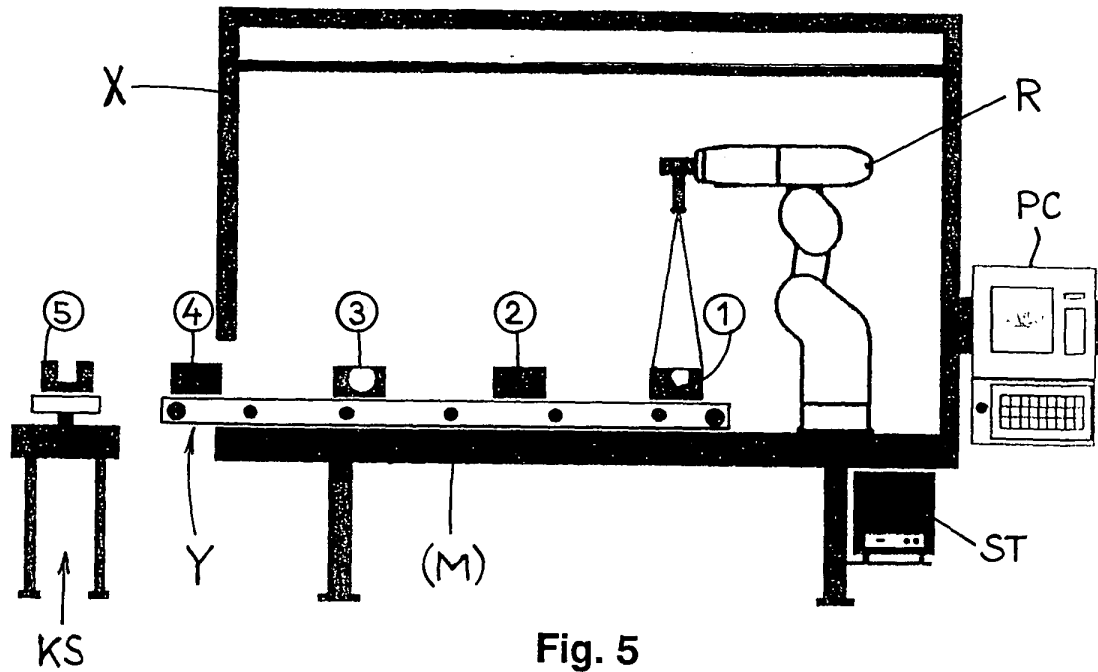


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 9654

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 202 041 A (FORD GLOBAL TECH INC) 2. Mai 2002 (2002-05-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Spalte 4, Absatz 21 - Absatz 23 * * Spalte 5, Zeile 49 - Zeile 56 * * Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 15 * * Spalte 7, Zeile 14 - Zeile 34 * * Spalte 7, Zeile 42 - Zeile 58 *	1-11,15, 16	B25J9/16 B25J9/00
X	EP 0 336 342 A (TOYOTA MOTOR CO LTD; TOYODA CHUO KENKYUSHO KK (JP)) 11. Oktober 1989 (1989-10-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,5-10 * * Seite 2, Zeile 39 - Seite 3, Zeile 9 * * Seite 4, Zeile 34 - Zeile 41 * * Seite 4, Zeile 46 - Zeile 49 * * Seite 5, Zeile 15 - Zeile 22 * * Seite 6, Zeile 7 - Zeile 12 *	1,2,4-7, 9	
X	US 4 621 332 A (HIRABAYASHI HISAAKI ET AL) 4. November 1986 (1986-11-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 23 * * Spalte 8, Zeile 65 - Spalte 9, Zeile 5 *	1,3,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B25J B23P G05B
X	US 5 959 425 A (RUTLEDGE GARY J ET AL) 28. September 1999 (1999-09-28) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 46 *	1,10,11, 15	
Y		14	
Y	US 4 836 742 A (ISHIGURO YASUO ET AL) 6. Juni 1989 (1989-06-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 1a,1b,2,3 * * Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 29 *	14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. April 2004	Prüfer Lumineau, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 9654

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 125 149 A (INABA RYOHEI ET AL) 30. Juni 1992 (1992-06-30) * Abbildungen 1-3, 7a-7c * * Spalte 8, Zeile 11 - Zeile 20 * * Spalte 18, Zeile 3 - Zeile 9 * -----	1, 6, 10, 15, 17, 18	
A	US 5 386 762 A (GOKEY PHILLIP E) 7. Februar 1995 (1995-02-07) * Abbildungen 1, 2, 1a * * Spalte 5, Zeile 41 - Zeile 44 * * Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 5 * * Spalte 8, Zeile 49 - Zeile 55 * -----	12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. April 2004	Prüfer Lumineau, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

Nummer der Anmeldung

EP 03 00 9654

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthält bei ihrer Einreichung mehr als zehn Patentansprüche.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn sowie für jene Patentansprüche erstellt, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn Patentansprüche erstellt.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:



Europäisches
Patentamt

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 03 00 9654

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9

ein System zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen durch vom Roboter geführte Sensoren, die der Robotersteuerung Meßwerte, insbesondere betreffend der Kräfte und Momente, in digitalisierter Form liefern

2. Ansprüche: 10-18

ein System zum Erfassen, Beeinflussen und Ausnutzen von Roboterbewegungen, wobei der Roboter in einem Fahrzeug oder neben einem Prüftisch, einer Meßplattform, einer Grundplatte, Modultischen oder Stationen steht

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 9654

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-04-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1202041 A	02-05-2002	EP 1202041 A1	02-05-2002
		US 2002088271 A1	11-07-2002
EP 0336342 A	11-10-1989	JP 1255009 A	11-10-1989
		JP 2708458 B2	04-02-1998
		DE 68918318 D1	27-10-1994
		DE 68918318 T2	26-01-1995
		EP 0336342 A2	11-10-1989
		US 5006999 A	09-04-1991
US 4621332 A	04-11-1986	JP 1759386 C	20-05-1993
		JP 4043744 B	17-07-1992
		JP 60003010 A	09-01-1985
		JP 1752793 C	08-04-1993
		JP 4038548 B	24-06-1992
		JP 60108285 A	13-06-1985
		DE 3476172 D1	23-02-1989
		EP 0129245 A1	27-12-1984
US 5959425 A	28-09-1999	KEINE	
US 4836742 A	06-06-1989	JP 1822918 C	10-02-1994
		JP 5027125 B	20-04-1993
		JP 60193016 A	01-10-1985
		DE 3571885 D1	31-08-1989
		EP 0158447 A1	16-10-1985
US 5125149 A	30-06-1992	JP 3287332 A	18-12-1991
		JP 3294127 A	25-12-1991
		JP 3294128 A	25-12-1991
		JP 3294129 A	25-12-1991
		JP 2292138 A	03-12-1990
		JP 2292141 A	03-12-1990
		JP 2292139 A	03-12-1990
		JP 2292140 A	03-12-1990
US 5386762 A	07-02-1995	KEINE	

EPO FORM P0451

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82